

Japanese Patent Laid-Open Publication

(54) LIQUID CRYSTAL DISPLAY DEVICE

(11) JP 56-77885 (A) (43) Published: 26. 6.1981

(21) Appln. No. 54-153757 (22) Filed: 28.11.1979

(71) Applicant: CITIZEN WATCH CO., LTD. (72) Inventor(s): SEIGO TOGASHI

(51) Int. Cl.³: G09F 9/35, G01D 7/00, G02F 1/133, G04C 17/00, G09F 9/00

PURPOSE:

To provide a liquid crystal display device which can effectively utilize incident light so that an excellent display quality can be obtained and the structure thereof can be simplified to make the liquid crystal display device thinner.

CONSTITUTION:

A liquid crystal display device comprises a liquid crystal layer sandwiched between at least two substrates, at least one polarization element, and a means to apply voltage on the liquid crystal layer; wherein at least one of the polarization elements which is formed of a stripe-shaped light reflection body or light absorption body is provided on the substrates. The polarization element may be provided on the surface contacting with the liquid crystal layer on the substrate. The polarization element formed of a stripe-shaped light reflection body or light absorption body is made of a conductive material and serves as a liquid crystal driving electrode.

A polarization element portion (11), serving as a solar battery, comprised of a metal layer (12), a semiconductor layer (13), a transparent electrode layer (14) and, if necessary, a protection film or a non-reflection coating film (15) is formed on the upper substrate in a strip shape. Out of incident light, a polarized light component in a direction parallel to the stripe is absorbed by the stripe-shaped light absorbing member (semiconductor layer 13). The light component not absorbed reaches a light reflecting member (metal layer 12) and is selectively reflected and absorbed by the light absorbing member (the semiconductor layer 13) so that a portion of the energy absorbed is converted into electric energy. Most of polarized component in a direction orthogonal to the stripe can pass the striped light absorbing member (the semiconductor layer 13) and the light reflecting member (the metal layer 12). Thus the absorbed light component can be effectively utilized as electric energy and the transmitted light is used to display information.

THIS PAGE BLANK (USPTO)

⑨ 日本国特許庁 (JP)

⑩ 特許出願公開

⑪ 公開特許公報 (A)

昭56-77885

⑫ Int. Cl.³

識別記号

庁内整理番号

⑬ 公開 昭和56年(1981)6月26日

G 09 F 9/35

7013-5C

G 01 D 7/00

6470-2F

G 02 F 1/133

7348-2H

G 04 C 17/00

6740-2F

G 09 F 9/00

7129-5C

発明の数 1
審査請求 未請求

(全 7 頁)

⑭ 液晶表示装置

⑮ 特 願 昭54-153757

⑯ 出 願 昭54(1979)11月28日

⑰ 発 明 者 高橋清吾

所沢市大字下高字武野840シテ

ズン時計株式会社技術研究所内

⑱ 出 願 人 シチズン時計株式会社

東京都新宿区西新宿2丁目1番
1号

⑲ 代 理 人 弁理士 金山敏彦

明 細 書

1 発明の名称

液晶表示装置

2 特許請求の範囲

(1) 少なくとも2枚の基板間に挟持された液晶層と、少なくとも1つの偏光素子と、液晶層に電圧を印加する手段とを少なくとも有する液晶表示装置に於いて前記偏光素子の少なくとも1つを、ストライプ状の光反射体又は光吸収体より構成したことを特徴とする液晶表示装置。

(2) ストライプ状の光反射体又は光吸収体よりなる偏光素子は液晶層を挟持する基板の上に設けられその事を特徴とする特許請求の範囲第1項記載の液晶表示装置。

(3) ストライプ状の光反射体又は光吸収体よりなる偏光素子は液晶層を挟持する、基板上の液晶層に接する面の上に設けられている事を特徴とする特許請求の範囲第1項記載の液晶表示装置。

(4) ストライプ状の光反射体又は光吸収体よりなる偏光素子は導電物質よりなり、液晶駆動電極と電極との間に接続される、特許請求の範囲第1項記載の液晶表示装置。

(1)

を兼用することを特徴とする特許請求の範囲第1項記載の液晶表示装置。

3 発明の詳細な説明

本発明は偏光素子を用いる液晶表示装置の改良に関し、入射光の有効利用を可能とし、新しい優れた表示品質と構造の簡素化・薄型化を実現し得る技術に関する。

液晶表示装置は低電力・低電圧駆動可能という優れた特徴から、腕時計、電卓等を中心に広く実用化されている。液晶表示方式としてはツイステッド・ネマチック(TN)方式、ゲスト・ホスト(GH)方式、動的散乱(DS)方式、相転移(STN)方式、電界制御複屈折(EA)方式等がある。現在広く実用化されているTN方式を始め、GH方式を含む方式や一部のDS方式では偏光素子を用いる。

第1図に従来のTN方式液晶表示装置の基本構成を示す。電極3、4を有する2枚の基板1、2に挟持された液晶層5と該基板の両側に配置され、同一列の偏光素子6と7及び電極3、4及びストライプ状の光反射体8、9とが、同一列に配置される。

(2)

イバー8からなる液晶層に電圧を印加する手段よりなり、反射型装置では更に反射板9を設けてある。

以上の従来例は幾つかの欠点を有する。第1の欠点は光利用効率の悪さである。自然光が矢印10より入射した場合、光の半分は上偏光板に吸収され熱エネルギーとして無効に損失してしまう。即ち、従来例の表示装置では、光の利用効率は半分に減る。

第2の欠点は表示効果にあり、TN方式では表示は光の透過、不透透の組み合わせで行なわれる。例えば反射体として拡散反射板を使用した反射型の場合、白地に黒の表示効果が得られる。この様な表示効果は一概に悪いとは言えないが用途によっては問題がある。例えば、液晶表示装置の最大の市場の一つである腕時計の場合、従来のTN方式の表示効果は好ましくない。例えば針式の腕時計と、TN方式のデジタル腕時計を比較すると、針式では針を鏡面仕上げする事による鏡面反射により、かなり周囲が暗くても光源の整反射を利用

(3)

なり装置の厚みを著しく増大させている。更に、下偏光板がなければ下基板に反射板機能を持たせ薄型化する事が可能であるが、従来方式では基板と反射板の間に下偏光板を配置せねばならず、薄型化は難しい。以上の如く上述の偏光素子が著しく薄型化を防げており、特に液晶表示の応用分野である腕時計の電卓では薄型化は最大のセールスポイントの一つであり、従来方式では限界がある。

本発明は、少なくとも2枚の基板間に挟持された液晶層と、少なくとも1つの偏光素子と、液晶層に電圧を印加する手段を有する液晶表示装置に於いて、偏光素子のうち少なくとも1つの偏光素子として、ストライプ状の光反射体又は光吸収体よりなる偏光素子を用いる事により、前述の従来方式の欠点を解消又は大巾に改善したものである。以下に実施例に基づいて詳細に説明する。

第12図に本実施例の構成を説明する為の平面図(a)及び断面図(b)を示す。本実施例の特徴は上基板

(5)

して表示内容を認識出来る。一方、TN方式のデジタル腕時計では白黒表示で、鏡面反射性はない。従来例の表示内容識別は困難で、一般にランプを付設する必要がある。この様に従来のTN方式による表示効果は付属ランプを必要としその結果、消費電力の増大、ランプ電流による電池電圧変動、ランプ収容スペースやコスト上昇等多くの問題を生む原因となつてゐる。

更に表示に奥行きがなく平面的であり立体感に乏しいことも表示装置のデザイン性を高める上での障害となつてゐる。第3の欠点は表示品質にある。反射型では液晶層5と反射板9の間には基板2、偏光素子7等が存在し0.5mm〜2mm程度の間隔がある。その結果光の入り込み効果が生じ表示のぼやけや2重像を生ずる。

第4の欠点は装置の薄型化が困難な点にある。原因は偏光素子にある。従来液晶に使用されている偏光素子は、ほとんど2色性高分子膜である。高分子膜は一般にキズが付き易く一般には上偏光板の外側に保護用のカバー、プレートが、必要と

(4)

1にある。従来例では偏光素子6と上基板1は別体であつたが、本例では偏光素子部11を上基板1上に形成している。更に本例のもう一つの特徴は偏光素子部が、光エネルギーを電気エネルギーに変換する所謂太陽電池としての機能をも有している点にある。太陽電池機能を有する偏光素子部11は金属層12、半導体層13、透明電極層14と必要に応じて形成される保護膜又は無反射コート膜15により構成される。これは薄膜型太陽電池の基本構成であり、矢印10より入射する光のエネルギーを電気エネルギーに変換して16に出力する機能を有する。この太陽電池層を偏光素子としても機能させる為本発明では、第2図(b)の如くストライプ状にパターン化されている。本発明で言うストライプ状とは支配的なパターンの長さより巾よりも十分に大きい場合を言い、例えば(b)より(c)の様な縦線部があつてもなくとも良いし、周辺部等は接続されていても良い。前述の説明の様にストライプ状パターンが支配的な領域では、この太陽電池層はストライプに垂

(6)

直な偏光成分を選択的に透過する所謂、偏光素子として機能する。又、表示領域をストライプ状にパターンニングし、周辺は全面に太陽電池層を設ければ、周辺の太陽電池層を表示装置の「見切り」としても用いることが出来る。

ストライプ状にパターンニングされた上述の様な構成の太陽電池層の各偏光成分に対する透過率は次の様に説明される。ストライプピッチ2より長い波長の光を考える。第2図の矢印10の方向から入射した光のうちストライプに平行な偏光成分の光はストライプ状の光吸収体(半導体層13)により吸収される。吸収されずにストライプ状の光反射体(金属層12)に達した光は選択的に、反射され再び光吸収体(半導体層13)で吸収される。以上の様にストライプに平行な偏光成分の光は太陽電池部を透過する事が出来ず、ほとんど吸収されエネルギーの一部は電気エネルギーに変換される。一方、ストライプに垂直な偏光成分の光はストライプ状の光吸収体(半導体層)及び、光反射体層をかなりの成分が透過する事が出来る。

(7)

れた。

以上の様に、低光利用率という従来の第1の欠点を改善すると共に、本発明は第4の欠点である薄型化の問題も大巾に改善する。従来例では上基板の上には、高分子偏光板及びその保護のためのカバー、プレイトが必要で薄型化の障害となっていた。本実施例では偏光素子部11の厚さはミクロシのオーダーでありほとんど無視し得る上、安定な保護膜を設ければカバー、プレイトも必要ない。以上の様に本発明は従来例に比べ大巾に薄型設計が可能である。

尚、透明導電膜14は偏光素子としての機能に無関係であるから、必ずしも本例の如くストライプ状にパターンニングする必要はない。

又、本例では偏光素子部11を上基板10の外側に設けたが液晶層側に設けても良い。第3図に、この様な場合の上基板の部分を示す。この場合、基板上にまず透明導電膜14、或は半導体層13、金属層12を形成する。電極は保護膜15の上で形成しても良く、又金属層12で兼用しても良い。

(9)

以上のようにして第2図の様なストライプ状にパターンニングされた太陽電池層は、ストライプに垂直な偏光成分の光を選択的に透過する偏光素子としての機能と、吸収した光のエネルギーを電気エネルギーに変換する太陽電池としての機能を共に有する。

本発明の偏光素子に太陽電池機能を兼備させると、前述の従来例に於ける第1の欠点である光利用効率の悪さは大巾に改善される。

即ち、表示に使用する偏光成分の光は透過させる一方、表示に使用しない偏光成分の光は従来例の様に無為に吸収され熱的に損失する事なくエネルギーの一部を電気エネルギーに変換し利用する事が出来る。従来でも太陽電池を備えた腕時計や電卓等が作られているが、太陽電池用の特別の受光面を必要とし面積的な問題やデザイン性の低下等の問題から応用分野は限られていた。しかるに本発明を利用すると表示効果を損なう事なく表示面上に太陽電池を構成する事が可能となり、従来の面積的制約やデザイン性の悪さは大巾に改善さ

(8)

どの場合も実施例Iと同様の効果が得られ、高光利用率、薄型設計が可能となる。

本実施例の特徴は液晶表示装置用の偏光素子として、ストライプ状にパターンニングされた光吸収体あるいは、光反射体を有する太陽電池を用いた事にある。よつて太陽電池の構成は本例の様に、ヘテロ接合型である必要はなく、 Si 、 Ge 、 P 、 GaAs 、 InSb 等のIII-V族化合物、 P-N 接合型、 P-I-N 接合型等いずれの構成をなつても良い。又半導体層は CdS 、 CdSe 等のII-VI族化合物、 GaAs 、 InSb 等のIII-V族化合物、 P-N 等のIV-VI族化合物その他の化合物半導体や、 Ge 、 Te 等の単一元素半導体、ポリアセチレン、クロシアン系色素等の有機半導体等のいずれの半導体でもよい。製造法も真空蒸着法、スパッタ法、イオン・プレーティング法等の物理蒸着やCVD法、グロー放電分解法等の化学蒸着あるいはスプレー法、印刷法等のいずれでもよい。本実施例では上基板としてバイレックスガラスを用い、金属層12としてはAlの真空蒸着膜、

(10)

半導体層13としてはSiH₄又はSiF₄のグロー放電分解によるアモルファス・シリコン膜、透明電極層14としてはSbの添加されたSnO₂のイオン・ブレーティング膜を、保護膜としてはポリイミド系の高分子膜を用いた。

ストライプ状パターン形成は、ホットエッチング技術又は電子ビーム露光技術を用いる。本発明のストライプ状パターンは論理ミスの許されない論理IC等のエッチングと異なり多少の断線や、パターンの不明確さは許容されるから現状でも10⁻⁴μm程度のパターンニングは可能である。本実施例では近紫外レーザーの干渉によるストライプパターンを利用しホットエッチングにより光吸収体及び、光反射体のストライプ状パターンを形成した。

〔実施例Ⅱ〕

第4図に、ストライプ状の光反射体を偏光素子として用いた本発明の実施例Ⅱを示す。21はストライプ状にパターンニングされた領域を有する光反射体である。

本実施例では従来法と大きく異なる表示効果が

(11)

で選択的に整反射され、キラックとした金属光沢的な表示が得られる。以上の場合には上偏光板の偏光透過軸が、下の偏光素子部21のストライプに平行な時であり、垂直に配置すれば金属光沢の背景の中に白色の表示が浮かび上がるという逆の表示効果も得られる。

本例は装置の薄型化にも有効である。即ち別体の偏光素子を使用する従来例に対し、ほとんど厚さを無視し得る薄膜構造の偏光素子を基板上に直接形成した本例は大巾な薄型化が可能となる。

本例に於けるストライプ状の光反射体は例えば金属、誘電多層膜等を実施例Ⅰで述べた様に物理的、化学的及びその他の手段で形成し、エッチング技術を用いてパターン化すればよい。本実施例では1μm蒸着膜をホットエッチングでパターンニングした。

〔実施例Ⅲ〕

前実施例Ⅱではストライプ状の光反射体を下基板の外側に設けたが内側(液晶層側)に設けてもよい。内側に設けその上を絶縁層でコートした後、電極層を別に形成しても良いが、ストライプ状の

(13)

得られる。TN方式の液晶表示は、黑白表示でありキラックした鏡面反射を有する様な表示効果は得られなかつた。その為ラジバを必要とし消費電力の増加など幾つかの問題点が生じているのは前述の通りである。本発明を用いるとTN表示でも黑白表示でなく鏡面反射を有する表示効果を得る事が出来る。例えば本実施例では白い背景の中に鏡面反射性の表示(或いはその逆)が実現される。

以上の表示効果は次の様に説明される。ストライプ状にパターンニングされた光反射体はストライプピッチ2μmよりも長波長の光に対し、ストライプに平行な偏光成分の光(I₁₁)を選択的に反射し、ストライプに垂直な偏光成分の光(I₁)を選択的に透過する。TN方式の液晶層は電圧の印加で偏光面を回転する作用をするから、液晶層5を透過する光の偏光方向は無電界でストライプに、垂直(I₁)ならば電界印加でストライプに平行(I₁₁)となる。よつて無電界ではI₁は偏光素子部21を透過し散乱反射板9で乱反射され表示効果は白色となる。電界印加ではI₁₁は偏光素子部21

(12)

光反射体を電極と兼用する事も可能で、本実施例はその一例である。

第5図に本実施例の構成を説明する断面図を示す。第5図(a)の22はストライプ状の反射体であり例えばエッチングでパターンニングされた金属膜よりなる。

光経路としては偏光素子部22を無作用の透明基板2の前後どちらに置いても等価であるから実施例Ⅱと同様の極めて新規な表示効果が得られる。ストライプのピッチを1μm以下にすると液晶セル厚約10μmより十分狭く電極としては全面電極とほぼ等価と考えて良い。特にストライプの断線等の効果を防ぐ為には、第2図(a)の1:0.1部の様にストライプの基本条件(L>P)を満たす範囲で適当に架構パターンにしてやれば更に良い。本例ではこの様にストライプ状の金属膜を電極としても兼用した。本例では全面電極としたが必要に応じて複数の電極に分割したりパターンニングしても良く通常の電極層と同様に取扱えば良い。以上の如く本発明では電極と偏光素子を、兼用

(14)

して構成する事が可能であり構造を簡素化する事が出来る。

本発明の特徴の一つは従来例に於ける大きな欠点となつていた表示効果が改善される点にある。

前実施例では本発明による鏡面（鏡）反射の新規な表示効果を説明した。本発明を用いると立体表示という更に優れた特殊な表示効果を得る事が出来る。この特殊な表示効果は本発明の次の様な特徴に起因する。即ち、従来では一方の偏光を吸収し、もう一方の偏光を透過するという吸収型の偏光素子を液晶表示装置に適用したのに対し、本発明では一方の偏光を反射し、もう一方の偏光を透過するという反射型の偏光素子を液晶表示装置に適用可能とした点に特徴がある。従来の吸収型の偏光素子では光の反射は反射板上でしか、行なわれず立体的な表示効果を得る事は難しく、平面的で変化に乏しい表示しか得られなかつた。しかるに本発明により反射型の偏光素子を適用する事により、一方の偏光は偏光素子上で反射し、もう一方の偏光は偏光素子を透過した後反射板で反射

(15)

た表示効果と相まつて針式に劣らないデザイン性に優れた表示が実現される。

本発明の他の特徴の一つは従来例に於ける大きな欠点となつていた表示品質の悪さ、即ちボヤケ、ニジミ、二重像等の現象を改善出来る点にある。これら諸現象の原因は前述の如く表示部に於ける液晶層と反射板の間隔が大きすぎる点にあつた。本発明ではこの間隔をほとんどゼロにする事が出来る。

本発明で用いる偏光素子部は基本的には薄膜構造で形成出来る。よつて基板の液晶層側に直接形成する事が可能である。更に反射型の偏光素子とする事により、第5図(a)の実施例の如く表示部に於いては、液晶層5と反射体22の距離がほとんどゼロになる。この様にして、本発明では極めて明瞭なる表示を得実施例I〜IIIでは反射板9と基板を別体としたが一体としてもよい。例えば実施例IVでは第5図(a)の30の部分を実5図(b)の31、第5図(a)の32の様にしてよい。第5図(b)では不透明ガラス、金属板等それ自体反射性を有する

(17)

するという偏光の回転による反射体の選択が出来る様になつた。この結果表示部と非表示部で反射体の種類及び位置（奥行き）を変える事が可能となつた。反射体の種類、即ち整反射と、乱反射の選択による表示は前実施例IIの項で本発明による新規な表示効果として説明した。反射体の位置の選択による新規な表示効果を本実施例を用いて説明する。即ち第5図で光は表示部と背景部でそれぞれ偏光素子部22及び反射板9の2つの面で反射する。その結果偏光素子部22と、反射板9の2つの面の間隔に応じて奥行きのある立体的な表示効果を得る事が出来る。立体的な表示効果は、表示装置のデザイン性を高める為に非常に重要である。例えば液晶表示装置の主要な分野の一つである腕時計の分野では、液晶式のデジタル時計と針式のアナログ時計が競合している。針式では針の形状や文字盤の工欠により立体的なデザイン性の高い表示面が得られるのに対し、従来の液晶式の平面的な表示面は非常に見劣りした。本発明により立体的な表示が可能となり前述のキャラツとし

(16)

基板を用いた。金属板等導電性基板を用いる場合もし電極部との絶縁が必要なら、適当な絶縁膜等により絶縁分離すればよい。第5図(c)では基板面上に金属膜、誘電多層膜等の反射体を直接形成した。図では乱反射面としたが整反射面としてもよい。又基板は透明でも不透明でも、吸収があつてもなくてもよい。図では反射面を外側に形成したが勿論液晶層側に形成しても良い。

〔実施例IV〕

本実施例は構成としては第5図(b)に類似し、唯第5図の2'は反射性基板ではなく吸収性基板を用いてゐる。本例では黒い背景にキャラツとした鏡面反射性の表示（又はその逆の表示）という特殊な表示効果を得る事が出来る。

更に吸収性基板としてシリコン基板等の半導体基板や、アモルファス、シリコン等の半導体性薄膜を有する基板を用い太陽電池機能を有する構成にすれば、基板で吸収される光のエネルギーを電力源として利用する事が出来る。

以上、本発明は偏光素子の少なくとも一方をス

(18)

ストライプ状の光反射体又は光吸収体により構成する事により、無駄な光成分はエネルギー源として利用する事が可能であり、又立体表示、鏡面光沢表示等の従来得られなかつた優れた表示が可能となり、更にボヤケ等の表示品質の不良がなくなり、偏光素子を基板上に直接形成可能となつた事により薄型化が可能となり、従来に比べ非常に優れた液晶表示装置を可能とする。

尚、本発明の説明に照し、実施例では偏光素子部をすべて液晶の上下基板土に形成したが、偏光素子用に独立な基板を用いたり、反射板や必要に応じて設けるフィルター等の上に形成しても良い。

又、ストライプ状の光反射体又は光吸収体は可視光に対し波長依存性がないものでも、あるものでも良い。同様に基板、偏光板、反射板等も有色のものでも無色のものでも構わない。

又、実施例ではTN方式の液晶表示装置について述べたが、偏光素子を使用する他の方式、例えばG D方式、EC方式や一部のDS方式の液晶表示装置でも有効であり、エネルギーの有効利用

表示効果の改良、表示品質の改善、薄型化等TN方式と同様の優れた効果を有する。

又、実施例では一方の偏光素子のみをストライプ状の光反射体又は光吸収体で形成したが、例えば上基板部は実施例Ⅰ、下基板部は実施例Ⅱ、Ⅲを用いる等、2つ以上の偏光素子をストライプ状の光反射体又は光吸収体で形成しても勿論構わない。

又、実施例Ⅲの様に液晶層に接する面に偏光素子部を形成する場合、ストライプ状の光反射体又は光吸収体を液晶層の配向処理層としても用いてもよい。

本発明は又、スイッチング素子を基板面上に設けたマトリクス型の液晶表示にも有効であり、本発明に於ける太陽電池構成の部分や導電性の光吸収体又は光反射体の部分等をスイッチング素子の各要素や電極と兼用したり、製造プロセスを兼用する事が出来る。

以上の如く、本発明は、従来例の多くの欠点が改善され幾つかの新規な効果をも有する優れた液

(19)

(20)

品表示装置を提供することができる。

4 図面が簡単な説明

第1図は従来の液晶表示装置の説明図、第2図(a)、(b)は本発明の一実施例を説明する平面図、及び断面図、第3図は第2図の上基板部の一変形を説明する断面図、第4図及び第5図(a)、(b)、(c)はそれぞれ本発明の他の実施例を説明する断面図。

1、2—基板 3、4—電極用透明絶縁膜 5—液晶層 6、7—偏光素子

8—ストライプ状の光吸収体及び光反射体よりなる太陽電池機能をも有する偏光素子部

9—ストライプ状の光吸収体又は光反射体よりなる偏光素子部

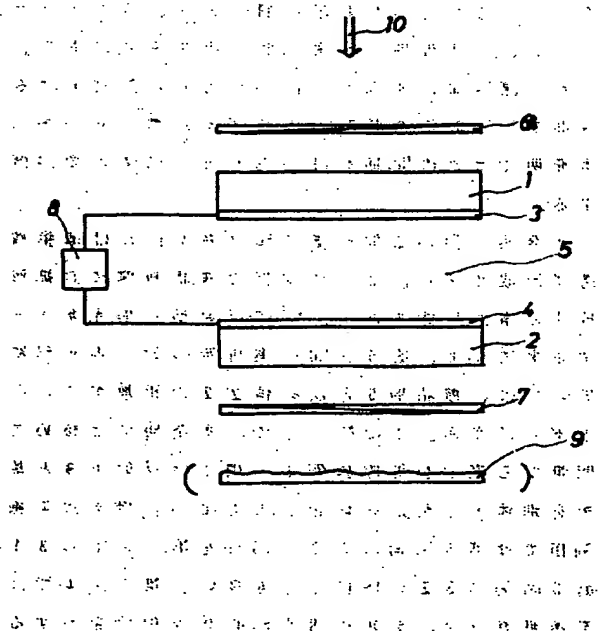
21、22—ストライプ状の光吸収体又は光反射体よりなる偏光素子部

第1図は従来の液晶表示装置の説明図、第2図(a)、(b)は本発明の一実施例を説明する平面図、及び断面図、第3図は第2図の上基板部の一変形を説明する断面図、第4図及び第5図(a)、(b)、(c)はそれぞれ本発明の他の実施例を説明する断面図。

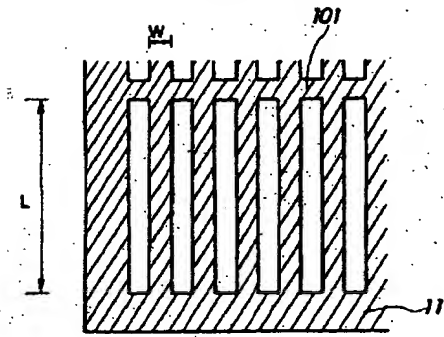
特許出願人 シンデモン株式会社
代理人 先理士 金 山 敏 彦

(121)

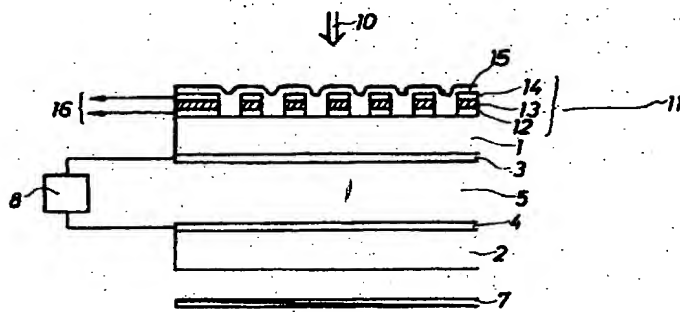
第1図



第2図

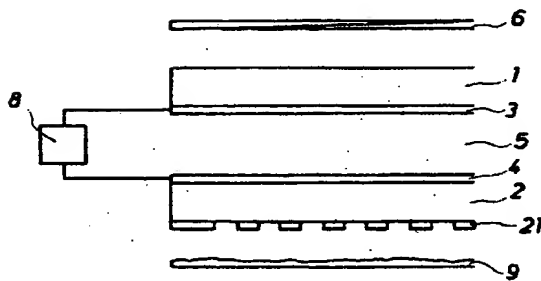


(a)

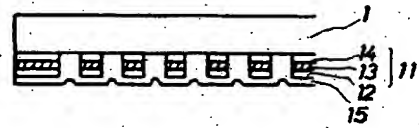


(b)

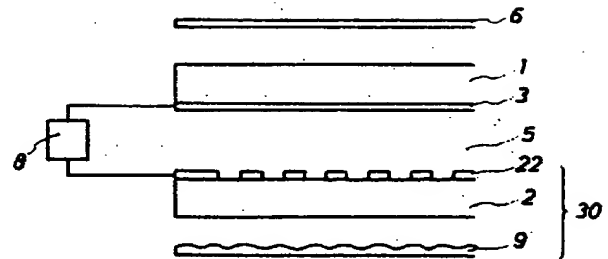
第4図



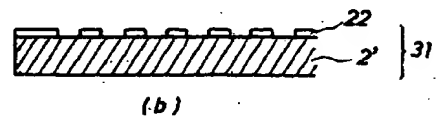
第3図



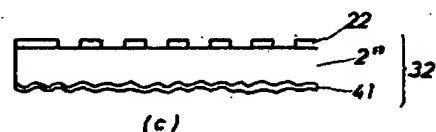
第5図



(a)



(b)



(c)

THIS PAGE BLANK (USPTO)

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☒ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☐ FADED TEXT OR DRAWING
- ☒ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☒ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.

THIS PAGE BLANK (USPTO)